

Н. С. Василевский, Ю. А. Фазылова, В. А. Мунц

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург

n_vasilevskiy@list.ru

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ГЛУБОКОМ ОХЛАЖДЕНИИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ

В работе рассмотрены основные способы интенсификации теплообмена при глубоком охлаждении дымовых газов. Использование теплообменников глубокого охлаждения позволит снизить потери с уходящими газами и повысить КПД энергетических котлов.

Ключевые слова: *энергоэффективность; интенсификация теплообмена; глубокое охлаждение*

N. S. Vasilevskiy, Y. A. Fazylova, V. A. Munts

Ural Federal University, Ekaterinburg

HEAT EXCHANGE INTENSIFICATION AT COPIOUS COOLING OF FLUE GASES

The main methods of heat transfer enhancement during deep cooling of flue gases are considered. The use of deep cooling heat exchangers will reduce losses with flue gases and increase the efficiency of power boilers.

Key words: *energy efficiency; heat transfer intensification; copious cooling*

Для уменьшения потерь тепла с уходящими газами можно дополнительно охладить дымовые газы до температуры ниже точки росы. Это позволит регенерировать значительное количество теплоты. При работе обычных котлов эта теплота теряется в окружающей среде.

В [1] проводилось исследование теплообменников с большой конденсации водяных паров из продуктов сгорания. За счет создания

степенью оребрения для пленки конденсата большая часть ребра не контактирует с газом и теплообмен ухудшается за счет дополнительного термического сопротивления пленки конденсата. Использование оребрения в таком случае экономически нецелесообразно.

Рассмотрим различные способы интенсификации теплообмена с частично конденсирующимися газами.

Патент Капишникова А. П. [2] (рис. 1) относится к котельному оборудованию для охлаждения продуктов сгорания до температуры ниже точки росы. Теплообменный элемент имеет оребренную трубу с каплевидным профилем, центральная ось которой наклонена под углом α к горизонту. Выступ на трубке для стекания и удаления конденсата расположен перпендикулярно квадратным ребрам на стороне узкой части основания каплеобразной трубки между двумя крайними ребрами, выступающими под ребро на его толщину a . Дополнительная ось основания каплеобразной трубки расположена над горизонтальной осью симметрии ребра на величину эксцентриситета e . Пониженное аэродинамическое сопротивление и повышенная эффективность теплообмена достигаются благодаря переходу на каплеобразный профиль основания трубки теплообменного элемента, который предотвращает образование конденсата в нижней части трубки. Результат – снижение аэродинамического сопротивления и повышение эффективности теплообмена.

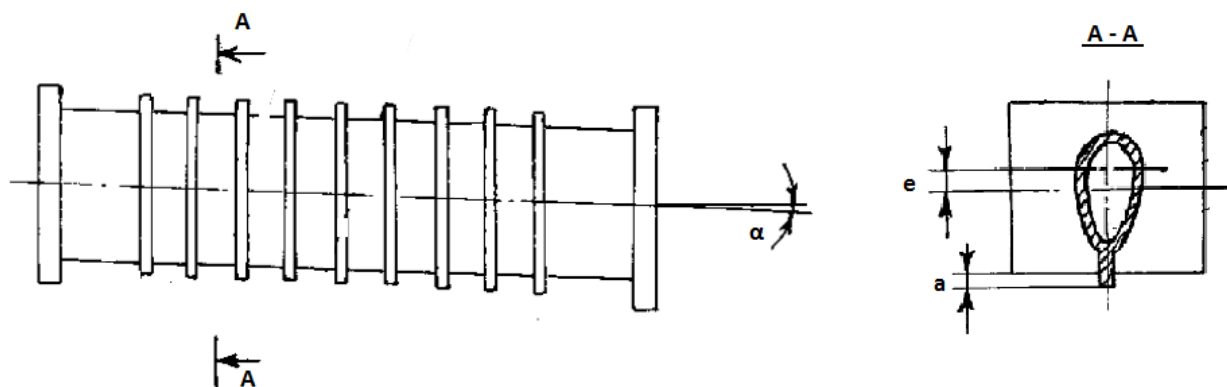


Рис. 1. Трубы эллиптической формы с квадратным оребрением

Однако изготовление подобных труб связано с большими затратами из-за формы трубы. Что ставит применения подобного метода интенсификации под вопросом.

Теплообменная труба Carrier Corporation [3] (рис. 2), имеет устройства отвода конденсата, и содержит трубопровод для прохождения теплообменной среды. Ребристые элементы закреплены снаружи трубы и приспособлены для контакта с газом, содержащим влагу. Некоторые части ребристых элементов находятся на более высоком уровне, чем другие части. Края сформированы на нижних частях соседних ребристых элементов, и эти края согнуты вниз так, что каждая кромка проходит к кромке соседнего ребристого элемента. Таким образом, конденсат, который образуется на ребрах, будет течь из его верхней части в нижнюю часть, где расположены загнутые кромки. Каждая загнутая кромка простирается в направлении соседней кромки, обеспечивается путь для конденсата, стекающего по этим кромкам. Таким образом, в значительной степени предотвращается зависание конденсата на поверхностях теплообменника.

Использование подобных труб требует высокой точности обработки, чтобы создать оптимальные условия для стекания конденсата.

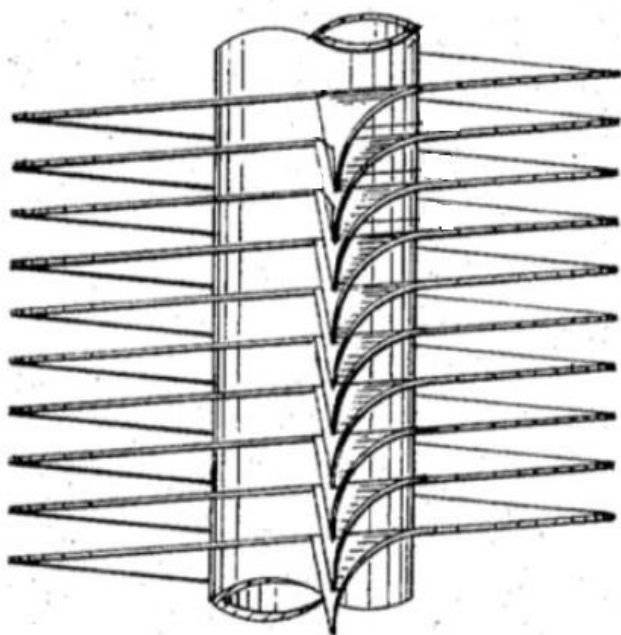


Рис. 2. Теплообменная труба Carrier Corporation

Для похожего процесса в холодильной технике используется низкопрофильное оребрение. Подобная технология может работать и в условиях глубокого охлаждения дымовых газов.

Медная теплообменная трубка [4] для конденсаторов бромистых холодильных агрегатов (рис. 3) состоит из одного набора смежных полировальных стержней и ребер. На наружной поверхности ребристой части расположены непрерывные односпиральные ребра, а профиль ребра имеет треугольную форму. Отношение ширины ребра к ширине дна канавки ребра составляет $1/3...1/5$, чтобы расширить зону охлаждения теплообменной трубки.

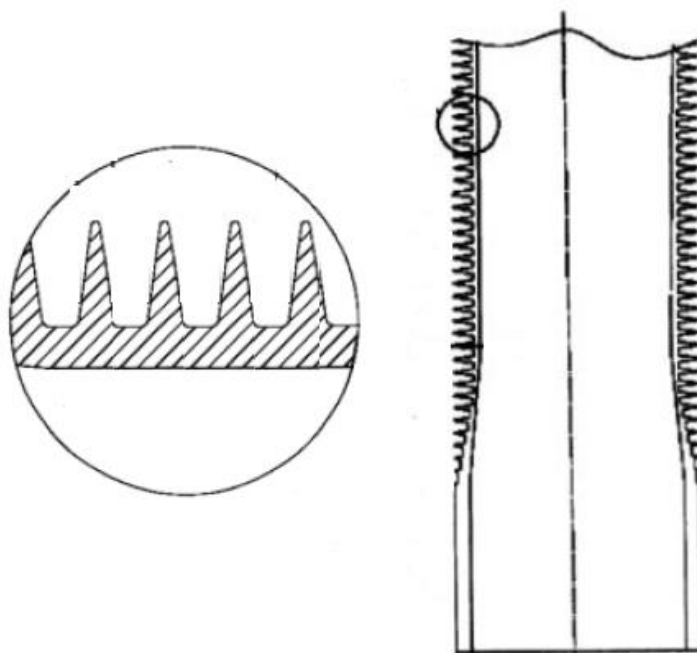


Рис. 3. Теплообменная трубка оребренная с помощью накатки

Использование низкопрофильного оребрения может позволить увеличить интенсификацию теплообмена и сократить поверхность теплообмена таких теплообменников. Нанесение оребрения с помощью накатки позволяет не только снизить затраты на оребрение, но и уменьшить напряжения в основании ребра, тем самым повысив надежность аппарата.

Таким образом, оребренные трубки с помощью технологии накатки могут снизить стоимость изготовления теплообменников для глубокого охлаждения, что уменьшит срок окупаемости

устройств такого типа и позволит устанавливать их за энергетическими котлами.

Список использованных источников

1. Путрик С. Б. Теплообмен при конденсации пара из продуктов сгорания в теплообменниках с большой степенью оребрения : дис. ... канд. тех. наук. Екатеринбург, 2007. 122 с.
2. Теплообменный элемент : пат. 2123652 Рос. Федерация. № 94019349/06: заяв. 20.05.1994; опубл. 20.12.1998. 4 с.
3. Heat exchange construction: пат . 2896426 US № 643426: заяв. 01.03.1957; опубл. 28.07.1959. 3 с.
4. Copper heat-exchanging pipe of condenser for bromine refrigerator set : пат. 200510132040.2 Ch № 100451530C: заяв. 16.12.2005; опубл. 14.01.2009. 11 с.